

A2

DEMANDE
DE CERTIFICAT D'ADDITION

(21)

N° 79 21461

Se référant : au brevet d'invention n° 78 29043 du 11 octobre 1978.

(54)

Perfectionnements apportés aux montres-bracelets électroniques.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. 3). G 04 G 9/00; G 04 C 3/00, 17/00.

(22)

Date de dépôt..... 27 août 1979.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 6-3-1981.

(71)

Déposant : LAVET Marius, résidant en France.

(72)

Invention de : Marius Lavet.

(73)

Titulaire : Idem (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Chereau et cabinet Rodes réunis,
107, bd Pereire, 75017 Paris.

Certificat(s) d'addition antérieur(s) :

Stepping Motor with concentric
Motor Center and arresting recesses.
Fig. 1 + 5

S.N. 090,588 Ap

1.

La présente addition a pour principal objet l'amélioration des montres-bracelets électroniques décrites dans la demande de brevet principal n° 78/29043. Les changements de construction apportés aux dispositifs
5 précédemment décrits concernent plus particulièrement les petits transducteurs électromécaniques constitués par des moteurs magnéto-électriques progressant pas à pas, chargés d'afficher l'heure. Ces modifications réduisent l'encombrement de l'enveloppe en métal ferromagnétique
10 très doux qui protège le rotor aimanté contre l'action des champs magnétiques extérieurs (notamment contre l'influence perturbatrice de l'aimant mobile d'une boussole pouvant être placée non loin du moteur affichant l'heure.

Les nouveaux perfectionnements permettant aussi
15 si d'abaisser la valeur moyenne du courant électrique débité par la pile de la montre. De plus, l'invention permet de loger facilement dans un boîtier très plat divers organes remplissant des fonctions complétant l'affichage de l'heure.

20 L'amélioration du moteur ou transducteur d'énergie électrique en énergie mécanique provient notamment du fait que l'enroulement excitateur du stator

2.

contient au moins deux bobines de grande longueur enroulées sur des noyaux ferromagnétiques de grande perméabilité dont l'épaisseur a été réduite au maximum. La longueur de chaque bobine est au moins égale à quatre fois la
5 largeur. On a diminué ainsi l'épaisseur des enroulements pour un même nombre d'ampère-tours et un minuscule rotor bipolaire (formé par une matière offrant un très grand champ coercitif) tourne très librement entre les arcs polaires du stator, l'entrefer radial étant plus
10 important que celui des petites machines de construction courante. Ces arcs polaires sont en grande partie, ou en totalité, concentriques à l'axe du rotor.

On applique contre les arcs polaires du stator une gaine cylindrique très mince, en métal conducteur non
15 ferromagnétique, cette gaine se trouvant à une faible distance du rotor se comportant comme un très léger frein à courants de Foucault. Le freinage a lieu uniquement lorsque le rotor a acquis une grande vitesse sous l'influence des impulsions motrices; dans ces conditions, le
20 démarrage du rotor n'est pas gêné mais les oscillations de fin de course sont évitées.

Plusieurs modes d'exécution des petits moteurs ou transducteurs convenant aux montres à quartz sont décrits, notamment des micromoteurs polyphasés qui permettent de faire progresser un rotor bipolaire par des sauts
25 angulaires inférieurs à 180 degrés, notamment par des sauts de 36 degrés, 60 degrés ou 90 degrés. Les statots polyphasés permettent aussi de renverser facilement le sens de rotation et de changer la vitesse du rotor (qualités utilisés notamment pour effectuer rapidement la remise à l'heure des montres).
30

L'invention et ses différents objets apparaîtront plus complètement à la lecture de la description suivant se rapportant aux dessins ci-joints dans
35 lesquels :

Les figures 1 à 6 représentent un mode de construction améliorée du transducteur pas à pas décrit

3.

dans la demande de brevet n° 78/29043 en se référant aux figures 23a et 23b de la planche VI;

5 Les figures 7 à 14 représentent à très grande échelle un micromoteur pas à pas du type pentaphasé muni de cinq bobines de faible épaisseur montées en étoile, ces bobines agissant, grâce à des excitations effectuées dans un ordre déterminé, pour faire tourner le rotor dans un sens unique, par des sauts angulaires de $360^\circ/10 = 36^\circ$;

10 Les figures 15 et 16 concernent une variante de micromoteur pas à pas, type triphasé, qui comporte 3 bobines couplées en triangle, les sauts angulaires étant de $360^\circ/6 = 60^\circ$;

15 Les figures 17 à 20 représentent une variante de micromoteur pas à pas, type tétraphasé, qui comporte deux groupes de deux bobines reliées en série permettant d'actionner le rotor bipolaire par sauts successifs de un quart de tour, ces sauts étant espacés de une minute;

20 Les figures 21 et 22 sont des croquis donnant, à titre d'exemples non limitatifs, les aspects de deux montres-bracelets à quartz établies avec les micromoteurs précédemment décrits; et

25 Les figures 23 et 24 représentent une forme d'exécution d'une montre-boussole comportant les organes décrits dans la demande de brevet initiale et la présente addition.

30 La figure 1 est un croquis à très grande échelle (10/1 environ) qui représente le micromoteur pas à pas et le mécanisme d'une montre-bracelet à quartz perfectionnée selon l'invention. Le moteur ou transducteur électromécanique et le rouage entraîné sont logés dans une enveloppe CM en fer doux ou en alliage Fe-Ni de haute perméabilité, qui constitue une
35 cuirasse magnétique de grande efficacité. De préférence, cette enveloppe forme un parallélépipède dont les dimensions peuvent être : longueur $L_3 < 11$ mm, largeur

4.

$L_4 < 10$ mm, épaisseur environ 2 mm. La structure du micro-moteur considéré est analogue à celle qui a été décrite dans le brevet principal en se référant aux figures 23a et 23b de ce brevet. Le rotor A est un minuscule aimant bipolaire SN de forme approximativement cylindrique (diamètre d'environ 1,5 mm) qui tourne par sauts brusques de $1/2$ tour entre les deux épanouissements polaires ST_1 et ST_2 du stator. Ce rotor est constitué par une matière à aimant de très haute qualité, telle que l'alliage anisotrope $SmCo_5$ (champ coercitif $H_c = 7\ 000$ oersteds et énergie spécifique supérieure à 100 kJ/m^3). Le stator est constitué, de préférence, par deux pièces découpées dans une tôle en alliage ferromagnétique très doux. Ces pièces comportent chacune un noyau long et étroit et un épanouissement polaire. Les épanouissements s'étendent autour du rotor, les cornes polaires étant séparées par des intervalles étroits comme l'indique le dessin de détail agrandi en figure 3. Les noyaux ST'_1 et ST'_2 sont parallèles. Leurs extrémités du côté opposé aux épanouissements polaires sont élargies et sont placées en contact en formant la culasse du circuit magnétique, comme l'indique la figure 1. Les sections des noyaux sont rectangulaires comme le montre la coupe figure 2 ($h_1 = 0,8$ mm et $l_1 = 1,2$ mm). La longueur totale des noyaux ST'_1 et ST'_2 est d'environ $4 \times 2 = 8$ mm, c'est-à-dire plus de 5 fois le diamètre du rotor A.

Autour de chaque noyau, recouvert d'une pellicule isolante, on enroule un faible nombre de couches de fil électrique isolé et l'on obtient ainsi deux longues bobines B_1 et B_2 dont l'épaisseur h_2 est au plus de 2 mm. Ces bobines sont reliées en série. On a constaté que cette disposition offre de grands avantages par rapport à celle de la figure 23a du brevet initial. En répartissant les spires de l'enroulement (spires dont le périmètre maximal a été très réduit) sur deux noyaux de grande longueur, on développe la force magnétomotrice

5.

nécessaire en réduisant les pertes par effet Joule et il est possible aussi d'employer un fil électrique plus gros et moins coûteux et fragile.

5 Les bobines B_1 et B_2 sont placées l'une près de l'autre, à une faible distance d'un des grands côtés de la cuirasse CM, ce qui permet de disposer d'un important espace libre pour loger l'oscillateur à quartz ainsi que les circuits intégrés assurant la division de la fréquence-étalon et la mise en forme convenable des
10 impulsions motrices.

Tous les composants électroniques CE sont placés dans un deuxième boîtier 1, en métal conducteur, formant un écran électromagnétique et électrostatique protégeant ces composants contre les champs alternatifs
15 et l'influence des corps électrisés extérieurs. L'enveloppe 1 est parfaitement étanche; elle s'oppose à la détérioration des circuits intégrés par l'air humide pouvant pénétrer dans le boîtier de la montre.

Les formes données aux arcs polaires du stator sont précisées par les dessins à très grande échelle figures 3 et 4. On remarquera que les entrefers radiaux entre le rotor et le stator sont plus grands que ceux des moteurs de construction courante (ils sont d'une épaisseur d'au moins 0,25 mm). Sur une grande partie des arcs polaires, le rayon r_1 est constant et, sur un angle β d'environ 60 degrés, près des cornes polaires, le rayon r_2 est légèrement plus grand que r_1 . Ces formes des épanouissements polaires jouent un rôle très important dans le fonctionnement du type de moteur considéré.
25 Elles ont été reconnues très avantageuses; en effet, pendant les interruptions de courant, il a été possible de limiter à une valeur minimale le couple mécanique chargé de maintenir le rotor dans les orientations de repos qui facilitent les démarrages rapides dans un sens unique,
30 avec un couple électromagnétique relativement élevé, ce couple étant développé par un faible courant parcourant les nombreuses spires des bobines B_1 et B_2 montées en

6.

série. L'excitation obtenue par une seule bobine grosse et courte ne donne pas d'aussi bons résultats.

Entre le rotor N5 et les épanouissements polaires est disposée une enveloppe en partie tubulaire 2 constituée par un métal conducteur de l'électricité. On peut employer du cuivre pur mais, dans ce cas, le tube 2 doit être très mince. On peut choisir du maillechort de plus forte résistivité, ce qui permet d'accroître l'épaisseur et la solidité du tube 2 entourant le rotor. L'enveloppe considérée a la forme d'une coupelle et elle est munie d'un couvercle 3 disposé comme le montre la vue en coupe figure 4. L'ensemble des pièces 2 et 3 forme une petite boîte hermétique aux poussières. Cette boîte constitue aussi un léger frein à courants de Foucault destiné à éviter les oscillations du rotor à la fin de chaque progression.

Aux centres du fond de la boîte 2 et de son couvercle 3 sont chassés les coussinets (de préférence en pierre précieuse) qui guident les fins pivots du rotor A. Ces pivots sont ceux d'un arbre traversant le rotor A. On peut aussi fixer les pivots sur deux joues 4 et 5 collées sur les côtés de l'aimant A, ce qui permet d'éviter le perçage de la matière très dure et fragile SmCo_5 . Sur l'un des pivots est monté un pignon denté 6 chargé d'actionner le rouage de la montre, rouage représenté très schématiquement en pointillé à droite de la figure 1. Ce rouage est protégé contre les poussières par la cuirasse CM.

La coupelle 2 comporte un téton concentrique à l'axe OO' , encastré dans un trou découpé dans la plaque-support 7 du moteur. Cette plaque en fer doux forme le fond rectangulaire de la cuirasse magnétique CM. Les portions des épanouissements polaires ST_1 et ST_2 de rayon r_1 sont appliquées sans jeu contre la partie tubulaire 2 de la boîte entourant le rotor. Ce détail de construction permet de centrer rigoureusement les pivots du rotor par rapport aux arcs polaires du stator; il est très impor-

7.

tant car le moindre décentrage pourrait causer un dissymétrie des forces d'attraction latérales entre le rotor fortement aimanté et les épanouissements polaires. Cette dissymétrie causerait une forte augmentation des frottements ainsi que des risques d'usure et de coincement des pivotages.

Les deux parties de stator sont bobinées séparément. Elles sont ensuite fixées sur la plaque de base 7 par quatre pilliers 8, 9, 10 et 11. Les trous correspondants sont obtenus par découpage à des emplacements très précis.

Le micromoteur que l'on vient de décrire fonctionne au moyen de très brèves impulsions de tensions alternées espacées de $T/2 = 1$ s, comme l'indique le diagramme figure 5 (pour faciliter la lecture de ce diagramme, on a exagéré la largeur τ des impulsions de commande; l'expérience a montré que la progression pas à pas du rotor est obtenue en adoptant des largeurs τ inférieures à six millisecondes).

Bien que le micromoteur soit très plat, il consomme un courant minime. La valeur moyenne de ce courant est inférieure à 2,5 microampères.

Il est possible de prévenir le porteur de la montre lorsque la pile, après plus de deux ans de service, doit être changée. Pour cela, on peut recourir au moyen de signalisation décrit dans la demande de brevet initiale en se référant à la figure 17d du dessin de cette demande (voir également le diagramme de la figure 6 des dessins annexés).

On remarquera que l'ensemble des organes protégés par la cuirasse CM constitue un nouveau produit industriel facilitant la fabrication de nombreux modèles de montres se distinguant par des dimensions et des habillages différents. Les croquis figures 21 et 22 du dessin ci-joint sont des exemples de présentation mais, bien entendu, les artistes industriels pourront donner libre cours à leur imagination.

Le micromoteur monophasé des figures 1 à 3

8.

peut être remplacé par un transducteur polyphasé de faible encombrement muni d'au moins trois bobines actives, ce qui permet de réduire encore la consommation électrique. Les figures 7 à 13 représentent, à titre d'exemple, un transducteur de ce genre comprenant cinq bras radiaux solidaires d'une couronne, obtenus par estampagne d'une tôle métallique et muni chacun de bobines, ces bobines qui agissent sur un rotor bipolaire SN progressant par bonds successifs de 36 degrés (au lieu de 180 degrés pour le récepteur figure 1). Ce transducteur pentaphasé permet ainsi de simplifier le rouage démultiplicateur entraînant les aiguilles de la montre.

Le principe du moteur polyphasé figure 7 n'est pas nouveau mais les modes de construction connus ont été perfectionnés afin de permettre une extrême miniaturisation des organes et une réduction considérable de la consommation électrique. Au sujet de ce moteur figure 7, il convient de rappeler que le Demandeur a déjà décrit dans le brevet français n° 516.987 du 25 octobre 1918 une structure pentaphasé appliquée à la transmission par 5 fils d'un mouvement de rotation. Afin de préciser les points nouveaux sur lesquels porte la présente demande, on pourra se reporter à diverses publications anciennes de Marius LAVET, notamment à sa Communication à la Société Chronométrique de France reproduite dans les Annales françaises de Chronométrie, année 1935, pages 293 à 296, ainsi qu'au brevet français n° 515.854 du 21 mai 1920 (brevet suisse correspondant n° 98.115). Ces derniers brevets portant sur une installation électrique convenant notamment à la distribution de l'heure au moyen de récepteurs triphasés dont les rotors sont des aimants bipolaires entraînés par la rotation discontinue de champs électromagnétique tournant par sautades, les courants de commande étant élaborés au moyen d'un combineur cylindrique à contacts glissants dont la fréquence de rotation est maintenue constante par un horloge-mère. Dans les horloges électriques, le

remplacement des interrupteurs par des dispositifs électroniques statiques, notamment par des transistors, a fait l'objet du brevet français n° 1.090.564 déposé en 1953 (invention Marius Lavet), complété par diverses ad-
5 ditions (brevet allemand correspondant obtenu sous le n° 1.078.678). La commande pas à pas d'un moteur triphasé par des transistors a été décrite en 1956 dans le Certificat d'addition français n° 74.145 (voir figure 35).

On sait aussi que, selon des techniques ac-
10 tuellement bien connues des hommes de métier, on peut grouper et associer un très grand nombre de composants électroniques dans des "circuits intégrés" de surface ex-
traordinairement petite; ces composants peuvent consti-
tuer des démultiplificateurs de fréquence, des éléments de
15 logique, des "bascules", des "portes", des "mémoires", des sélecteurs de coïncidence, etc. Certains circuits inté-
grés que l'on trouve dans le commerce permettent d'assu-
rer la commande automatique d'un cycle répétitif de com-
mutations se succédant dans un ordre d'enchaînement fixé à
20 l'avance.

Les moyens de l'art antérieur, notamment les commandes séquentielles, ont été mis à profit dans les dispositifs représentés schématiquement sur les figures 12, 13, 14, 16 et 20 du dessin annexé. On se bornera à
25 exposer les résultats en insistant sur certaines modifications avantageuses de structure, entrant dans le cadre de l'invention.

Le mouvement de montre à quartz, concrétisé par les figures 7 à 11 du dessin ci-joint, est établi
30 avec les particularités de construction suivantes :

a) le rotor du micromoteur pas à pas est un minuscule aimant A bipolaire, de forme circulaire ou se-
mi-circulaire, en matière très coercitive retenant une
forte densité de flux permanent (SmCo_5 ou Co-Pt); cet
35 aimant tourne dans la partie tubulaire d'une coupelle conductrice 2', analogue à la coupelle 2 décrite plus haut en se référant à la figure 4;

10.

b) le stator, d'un diamètre total D d'environ 9 mm, est une pièce découpée dans une feuille de fer doux ou d'un alliage Fe-Ni de très haute perméabilité magnétique (épaisseur d'environ 0,4 mm). Ce stator comporte
5 cinq bras radiaux $ST_1, ST_2 \dots ST_5$, qui forment les noyaux de cinq bobines dont la longueur est au moins trois fois la largeur; la largeur de chaque noyau est d'environ $l = 0,8$ mm. La coupelle 2' est encastrée dans une ouverture centrale du stator qui forme une seule pièce car les
10 noyaux sont élargis à leur base et réunis par des isthmes très étroits constituant une couronne ininterrompue autour du rotor (le flux magnétique de l'aimant peut saturer les isthmes dont la perméabilité devient ainsi voisine de celle de l'air, tout se passant alors comme si les arcs po-
15 laires situés vis-à-vis des noyaux étaient séparés par des entrefers latéraux très étroits);

c) les bobines $B_1, B_2 \dots B_5$ qui entourent les bras radiaux peuvent être fabriquées séparément sur des machines automatiques; l'une de ces bobines est représen-
20 tée en perspective sur la figure 11; sa largeur h est seulement de un millimètre environ; le stator bobiné est représenté en plan sur la figure 9 et l'on voit qu'il est très mince;

d) le stator est enfermé dans une boîte cylindrique très plate composée de deux parties CM_1 et CM_2 en fer doux embouti; cette boîte forme la culasse du moteur et constitue un parfait blindage magnétique empêchant
25 les champs extérieurs de troubler le fonctionnement du rotor; la coupelle 2' est encastrée au centre de CM_1 et le rotor, muni d'un pignon de commande r , pivote dans deux
30 coussinets chassés l'un dans le fond de la coupelle, l'autre au centre du couvercle CM_2 ;

e) on utilise de préférence un pignon r de dix ailes engrenant avec une roue R de soixant dents
35 montées à friction sur un arbre O_m disposé comme l'indique le croquis (arbre guidé par les côtés de l'enveloppe CM_1 - CM_2).

11.

L'arbre O_m progresse chaque minute par bonds de $1/60$ tour, c'est-à-dire à la vitesse moyenne d'un tour par heure. Il commande la grande aiguille de la montre. La petite aiguille est actionnée à la vitesse d'un tour en douze heures au moyen d'une petite minuterie MIN, identique à celle des montres mécaniques produites massivement à très bas prix.

On remarquera que le rouage a été extraordinairement réduit. L'axe O_m pourrait être muni, du côté opposé à la minuterie, d'un bouton de remise à l'heure 12. Les mécanismes accessoires sujets à dérangements ont ainsi été éliminés.

Le moteur figure 7 fonctionne pas à pas au moyen de minimes impulsions de courant parcourant de diverses façons trois des cinq bobines. A cet effet, les bobines sont montées en étoile et sont reliées à un combineur électronique CE établi pour opérer automatiquement les connexions schématisées sur les figures 12 et 13. La séquence qui se répète comporte dix états différents correspondant chacun à un saut à sens unique de 36 degrés. Pour rendre plus claire la succession de ces dix états, on a symbolisé, dans les schémas figures 12 et 13, les commutations électroniques par cinq commutateurs électriques du type à trois positions : +, 0 et -. On voit que chacune des extrémités des bobines radiales peut être reliée soit à une des bornes + ou - de la pile G, soit être isolée.

Ainsi que le Demandeur l'a exposé dans le brevet français n° 516.987 cité plus haut, on pourrait faire progresser l'aimant A par sauts angulaires de $360/20 = 18$ degrés; toutefois, pour simplifier le combineur électronique et améliorer la sécurité du fonctionnement, on utilise seulement dix combinaisons qui assurent avec précision les orientations successives de l'aimant A. Pour chacune des positions obtenues, le rotor est soumis aux actions concordantes de trois bobines. Par exemple, le schéma figure 12 montre la position de la li-

12.

gne des pôles SN lorsque la borne 1 est reliée au pôle + de la pile G tandis que les bornes 3 et 4 sont reliées au pôle - de la source G. Grâce à ces polarités, la bobine B_1 est parcourue par un courant +i tandis que les bobines B_3 et B_4 reçoivent chacune des courants $-i/2$. Les sens des courants sont indiqués par des flèches sur les conducteurs et la règle de Maxwell indique que le flux interne de l'aimant permanent A (flux représenté par deux flèches parallèles) pénètre dans les noyaux ST_1 , ST_3 et ST_4 . Dans ces noyaux, les flèches dessinées concordent avec les forces magnétomotrices engendrées par les courants. Le rotor SN, dont le moment d'inertie est très faible, démarre rapidement sans être gêné par le frein à courants de Foucault 2' et s'oriente dans la direction Oy. Après la rupture des courants, l'aimant A conserve cette position; il est maintenu par un couple de rappel modéré qui provient à la fois du faible magnétisme rémanent subsistant dans les noyaux en fer doux et au fait que la réluctance des entrefers est minimale.

Une minute après l'établissement des courants impulsionnels figurés sur la figure 12, on établit la combinaison de courants représentée sur la figure 13 où l'on voit que l'aimant SN a tourné d'un angle de 36 degrés en s'immobilisant de façon que le pôle permanent S se place vis-à-vis du noyau ST_3 . Le couple moteur a été développé par les nombreuses spires des trois bobines B_3 , B_1 et B_5 ; l'expérience montre que ce fait permet d'élever le rendement électrique. La réduction des frottements dans les pivotages du très léger rotor A facilite ce résultat.

La progression pas à pas du rotor se poursuit comme l'indique le diagramme figure 14, la cadence étant imposée par l'oscillateur à quartz de la montre (oscillateur associé à un démultiplicateur de fréquence suivi d'un dispositif connu de mise en forme des courants selon la séquence définie plus haut).

La figure 15 représente une variante de construction du transducteur précédemment décrit. Au lieu

13.

d'un stator à cinq bras radiaux, on a utilisé une structure comportant trois noyaux disposés à 120 degrés et l'on obtient ainsi un micromoteur triphasé dans lequel l'aimant A tourne par sauts angulaires successifs de 60
5 degrés. L'intervalle de temps entre deux progressions étant de 1 minute, le rotor tourne à la vitesse moyenne de 1 tour en 6 minutes. Ce rotor est muni d'un pignon de six ailes qui conduit une roue de soixante dents. L'arbre de cette roue, tournant à la vitesse moyenne de
10 1 tour par heure, est solidaire de la grande aiguille de la montre, la petite aiguille étant commandée par une minuterie comme dans le dispositif figure 8. La construction du micromoteur triphasé peut être analogue à celle du moteur pentaphasé décrit précédemment en se référant aux
15 figures 9 à 11.

Pour le micromoteur triphasé, on peut adopter trois bobines montées en triangle comme le récepteur décrit par le Demandeur dans le Certificat d'addition n° 24.379 au brevet français n° 516.987 cité plus haut. Dans
20 ce cas, le combinateur électronique CE' doit appliquer successivement aux sommets 1, 2 et 3 de l'enroulement en triangle les polarités indiquées sur le schéma figure 15 pour trois positions du rotor et le diagramme figure 16. On remarquera que toutes les spires des trois bobines
25 jouent un rôle actif simultanément, ce qui permet de profiter dans les meilleures conditions de l'enroulement triphasé. Le volume du micromoteur figure 15 pourrait être plus faible que celui du récepteur pentaphasé; par exemple, on peut donner à la cuirasse magnétique un dia-
30 mètre extérieur inférieur à 7 mm.

Une autre variante de transducteur est représentée sur les figures 17 à 20. Le stator comporte quatre bras disposés à 90 degrés formant une croix. Ces bras sont entourés par les bobines B_1 , B_2 , B_3 et B_4 , l'enroulement pouvant être effectué directement sur les
35 noyaux par une machine automatique. Les bobines B_1 et B_3 sont reliées en série de même que les bobines B_2 et B_4 ,

comme l'indique la figure 17. L'ensemble constitue un récepteur tétraphasé dont le rotor A tourne à sens unique par bonds rapides d'un quart de tour. L'intervalle entre les progressions étant de 1 minute (voir le diagramme figure 20) le rotor A doit être muni d'un pignon de six ailes engrenant avec une roue R de 90 dents qui tourne à la vitesse moyenne de 1 tour par heure (roue R solidaire de la grande aiguille de la montre.

Les compteurs chronométriques polyphasés qui fonctionnent à l'aide de brèves impulsions espacées de 1 minute permettent de réduire à l'extrême la consommation électrique des montres à quartz. De plus, le mécanisme reste quasi-immobile et l'usure est pratiquement nulle. Par exemple, pour le mouvement horaire équipé avec le micromoteur triphasé figure 15, l'axe le plus rapide tourne à la vitesse moyenne de 1 tour en 6 minutes. Le fabricant de la montre peut donc accorder aux acheteurs une très longue durée de garantie. Pour le fonctionnement du pas à pas, le courant moyen demandé à la pile est de l'ordre du microampère et la durée de la pile peut dépasser trois ans.

La figure 21 représente un exemple de présentation d'une montre à quartz étroite et très plate (modèle dit "de dame"). Sur le bracelet, on a fixé une petite capsule 13 dont le couvercle est facilement démontable. Dans cette capsule on peut loger une pile de rechange. Undessin gravé sur le couvercle permet de donner à la montre une griffe personnelle.

La figure 22 représente l'aspect d'une montre pour homme. Le bracelet porte aussi une capsule 13' qui peut contenir une pile de rechange ainsi que plusieurs micro-fiches concernant le porteur (voir à ce sujet les explications du brevet initial se rapportant aux figures 15_a à 15_b de ce brevet). En haut du cadran, la division habituelle XII est remplacée par un petit trapèze 14 fournissant un signal optique. Par exemple, l'aspect de ce trapèze varie périodiquement comme celui d s

15.

chiffres dans les montres numériques affichant l'heure par cristaux liquides. En fonctionnement normal, la plage 14 signale par un changement d'aspect renouvelé une fois par seconde que la montre est en bon état de marche. Au moyen d'un dispositif connu, on peut facilement signaler l'affaiblissement de la pile interne et la nécessité de son remplacement. Ce signal peut consister en un clignotement, un changement de couleur ou une disparition du signal optique.

Les figures 23 et 24 représentent les faces avant et arrière d'une montre dont le bracelet porte une boussole miniature BS (instrument réalisé comme l'indiquent les figures 6_a et 6_c du brevet initial). De chaque côté de la boussole on dispose deux indicateurs rectilignes de niveau NV₁ et NV₂, dont les billes ou les bulles se déplacent dans des rainures dirigées obliquement par rapport à l'axe longitudinal yy' de la montre. L'application de ces indicateurs est la même que celle du dispositif figure 3 du brevet initial; elle permet de placer horizontalement le cadran de la boussole afin de pouvoir déterminer avec une bonne approximation la direction du nord géographique.

A l'arrière du boîtier de la montre figure 23, on a prévu un fond démontable ou un couvercle monté sur charnière afin de pouvoir découvrir facilement les organes internes représentés sur la figure 24. Ces organes sont :

a) le moteur pas à pas M protégé par une forte cuirasse magnétique et muni d'un bouton RH servant à la remise à l'heure des aiguilles (ce bouton est visible en 12 sur la vue en coupe figure 8);

b) l'oscillateur à quartz Q et les circuits intégrés DF (diviseur de fréquence) et CI (circuits de formation des impulsions envoyées dans l'enroulement moteur);

c) deux piles G₁ et G₂ et un bras flexible L de prise de contact qui forme un commutateur permettant

16.

de mettre en service l'un des piles (G_1 par exemple).

Le quartz-pilote et les circuits électroniques sont parfaitement protégés par des enveloppes étanches et ne peuvent être détériorés par des gestes maladroits. Le porteur de la montre est informé de l'épuisement prochain de la pile G_1 par l'avertisseur optique 14' identique à l'avertisseur 14 décrit précédemment; il peut alors découvrir l'arrière du boîtier et mettre en service la pile G_2 en faisant tourner le bras L; il dispose de plusieurs semaines pour remplacer la pile usée G_1 par une pile neuve.

Certains des perfectionnements décrits plus haut s'appliquent :

1) aux micromoteurs polyphasés dont le sens de rotation peut être inversé en changeant l'ordre des impulsions envoyées dans les enroulements de phase (moteurs trouvant des applications dans certains systèmes connus de remise à l'heure rapide opérée par la manoeuvre de boutons-poussoirs);

2) aux moteurs pas à pas industriels de plus gros volumes convenant notamment aux appareils horaires domestiques et techniques et aux récepteurs servant à la distribution de l'heure (horloges murales installées dans les bureaux, les magasins, les ateliers..., horloges-enseignes, horloges publiques et publicitaires comportant des cadrans sur une ou plusieurs faces... En augmentant suffisamment les dimensions et la consommation électrique, on peut actionner avec sécurité les grandes aiguilles des cadrans de clochers de tours, de frontons d'édifices. Par exemple, les grosses minuteries décrites par le Demandeur dans le brevet français n° 1.033.643 - 1951 (figures 31 à 35 de ce brevet) peuvent être actionnées par des moteurs polyphasés établis comme l'indiquent les figures 12, 15 ou 17 du dessin ci-joint en adoptant les valeurs suivantes :

a) rotor formé par un aimant bipolaire A en samarium-cobalt anisotrope de haute qualité, d'un diamètre

17.

tre de 2 à 3 cm et d'une longueur de 1 à 2 cm;

5 b) stator feuilleté (formé d'un paquet de tôles au silicium découpées et réunies par collage) d'un diamètre extérieur de 4 à 6 cm et d'épaisseur totale de 1 à 2 cm;

 c) bobines d'une épaisseur portée à 2 ou 3 cm.

10 Les descriptions précédentes mettent en évidence l'idée fondamentale de l'invention de façon suffisamment complète pour que les hommes de métier puissent l'appliquer éventuellement avec des équivalences d'exécution dans les domaines mécaniques, électromagnétiques et électroniques, ainsi qu'avec des compléments empruntés à l'art antérieur.

15 La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDEICATIONS

1 - Montre-bracelet électronique selon la revendication 2 de la demande de brevet principal n° 29.289 comportant un micromoteur pas à pas du type transducteur électromécanique-magnétoélectrique monophasé, caractérisée en ce que :

a) Le rotor du micromoteur est un minuscule aimant bipolaire de forme circulaire ou semi-circulaire en matière très coercitive retenant une forte densité de flux permanent telle que le Samarium-Cobalt SmCo_5 ou le Platine-Cobalt Pt-Co;

b) Le stator comprend au moins deux bras agencés pour supporter deux longues bobines, permettant de réaliser des enroulements peu épais, pour un même nombre d'ampère-tours, le rapport de la longueur au diamètre desdites bobines étant égal ou supérieur à 4/1, ce stator définissant des arcs polaires, tels que l'entrefer radial est relativement important et d'autre part que les arcs polaires sont en grande partie ou en totalité concentriques à l'axe du rotor.

2 - Montre-bracelet électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les arcs polaires du stator sont adaptés pour recevoir une gaine cylindrique très mince en métal conducteur, concentrique à l'axe du rotor si bien que ladite gaine évite les oscillations du rotor à la fin de son mouvement pas à pas.

3 - Montre-bracelet électronique selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que les bras du stator sont adaptés pour recevoir des bobines d'excitation qui peuvent être fabriquées séparément sur des machines automatiques.

4 - Montre-bracelet électronique selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que le stator est enfermé dans une boîte cylindrique très plate composée de deux parties, en fer doux embouti, et formant la culasse du micromoteur tout en constituant un blindage magnétique empêchant les champs magnétiques

19.

extérieurs de perturber le fonctionnement du rotor.

5 - Montre-bracelet électronique selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3, caractérisée en ce qu'au centre d'une des deux parties de ladite boîte cylindrique est encastrée une coupelle servant à recevoir l'axe dudit rotor muni d'un pignon de commande du mécanisme horaire, ledit axe pivote dans deux coussinets chassés, l'un dans le fond de ladite coupelle et l'autre au centre de la seconde partie dudit couvercle cylindrique.

6 - Montre-bracelet électronique selon la revendication 5, caractérisée en ce que le pignon solidaire du rotor engrène avec une roue entraînant la grande aiguille de la montre, les nombres de dents étant tels que l'arbre de la roue progresse par bonds de 1/60ème de tour à la vitesse moyenne d'un tour par heure.

7 - Montre-bracelet selon la revendication 1, caractérisée en ce que le stator du micromoteur comporte cinq bras découpés dans une tôle circulaire de façon à ménager au centre un espace circulaire destiné à recevoir une bague circulaire conductrice entourant le rotor, lesdits bras supportant des enroulements d'excitation alimentés successivement, au moyen d'un combineur électronique agencé pour appliquer successivement sur chacun desdits cinq enroulements des polarités convenables pour provoquer l'avancement pas à pas du rotor.

8 - Montre-bracelet selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le stator comprend trois bras disposés à 120° supportant trois bobines montées en triangle de façon que toutes les spires des trois bobines agissent simultanément sur le rotor.

9 - Montre-bracelet selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le cadran horaire comporte un signal optique particulier sous la forme d'un petit trapèze dont l'aspect varie pé-

20.

riodiquement sous l'influence du mécanisme horaire, dont l'aspect changeant régulièrement une fois par seconde indique que la montre-bracelet fonctionne normalement.

5 10 - Bracelet-montre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les indicateurs de niveau destinés à permettre la mise à l'horizontale de la boussole sont placés de part et d'autre de l'axe du bracelet dudit bracelet-montre.

10 11 - Bracelet-montre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le boîtier de ladite montre est prévu à fond démontable, ce boîtier contenant les organes ci-après :

15 a) un moteur pas à pas protégé par un blindage magnétique, muni d'un bouton servant à la remise à l'heure des aiguilles de l'appareil horaire;

b) un oscillateur à quartz et des circuits intégrés servant notamment de diviseur de fréquence et des circuits de formation des impulsions pour leur application sur les enroulements du stator; et

20 c) deux piles d'alimentation du moteur pas à pas agencées pour être mises successivement en service.

12 - Montre-bracelet selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le sens de rotation du micromoteur polyphasé peut être
25 inversé en changeant l'ordre de réception des impulsions envoyées dans les enroulements portés sur les bras du stator.

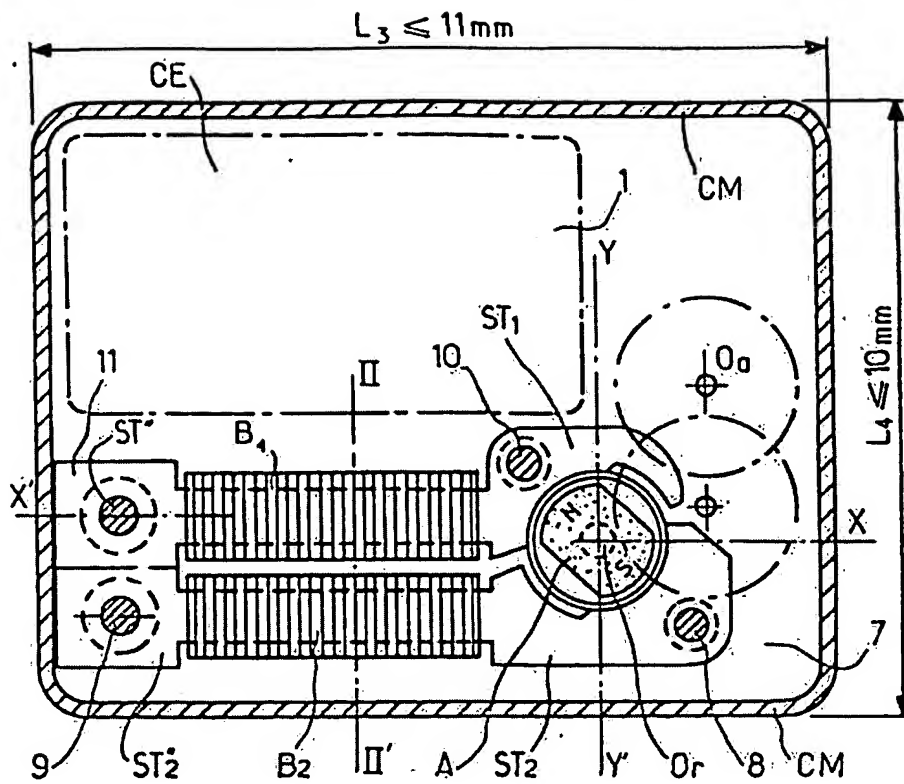


FIG. 1

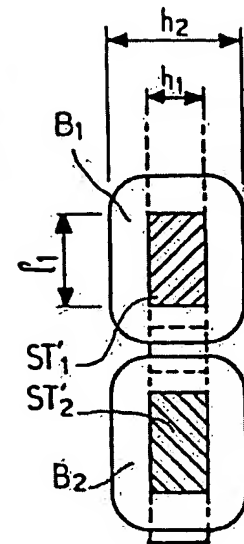


FIG. 2

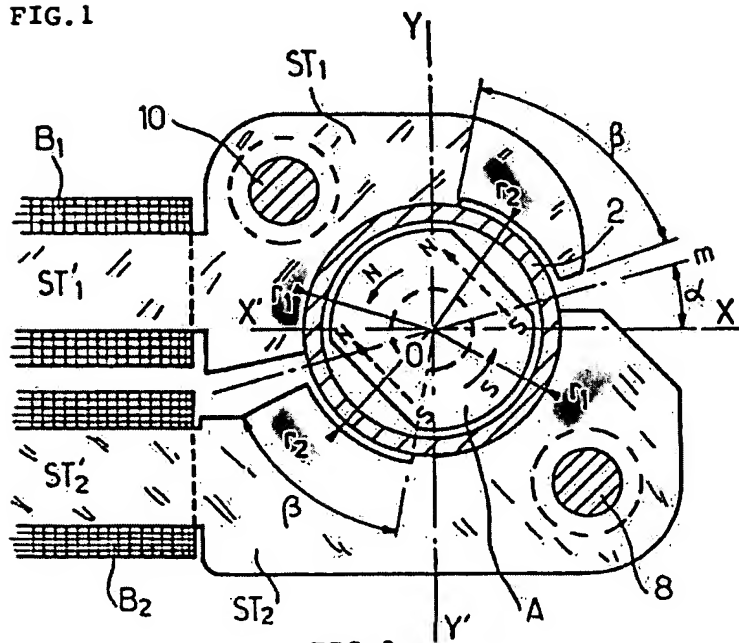


FIG. 3

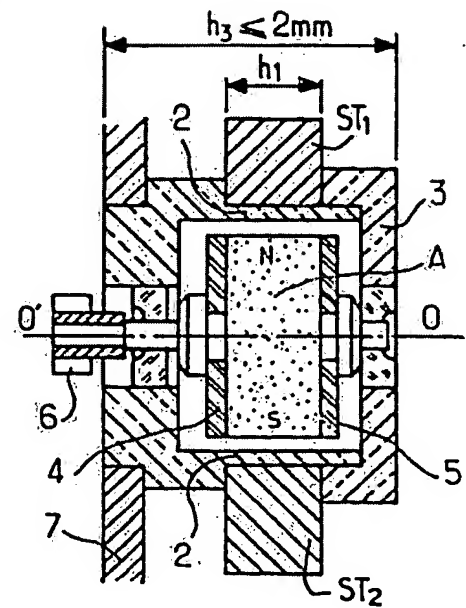


FIG. 4

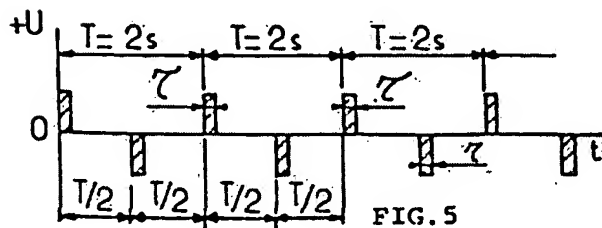


FIG. 5

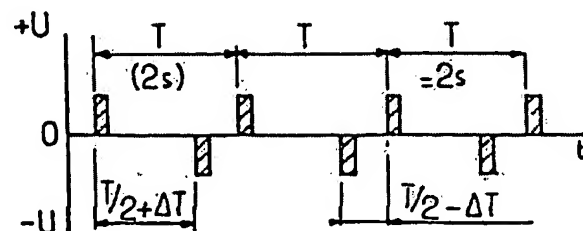


FIG. 6

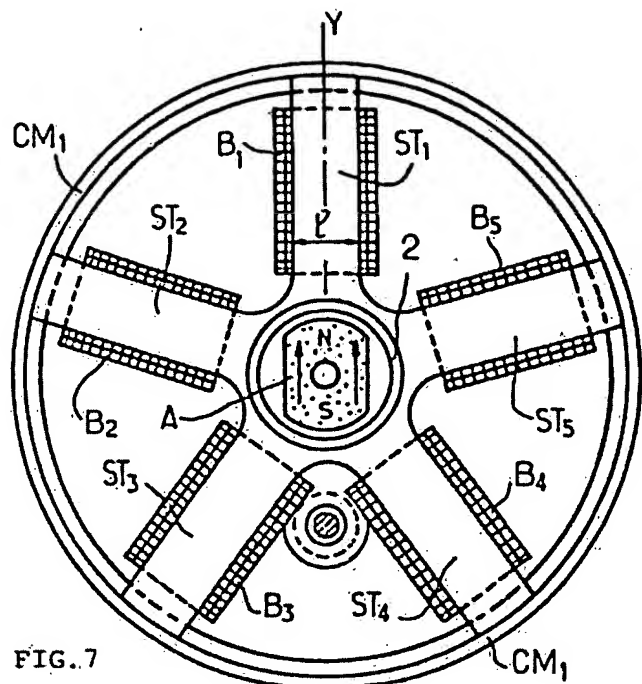


FIG. 7

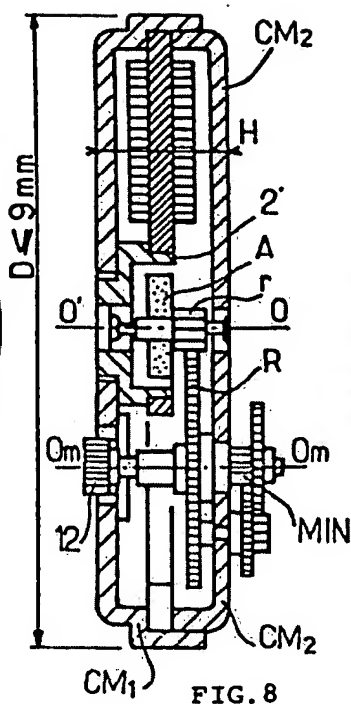


FIG. 8

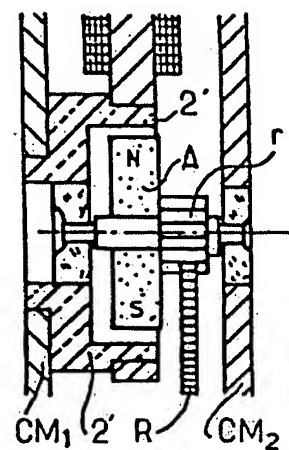


FIG. 10

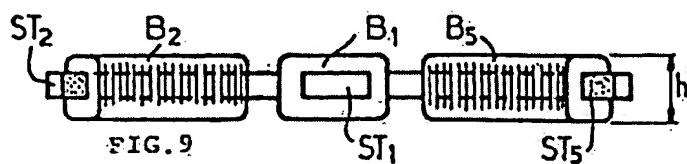


FIG. 9

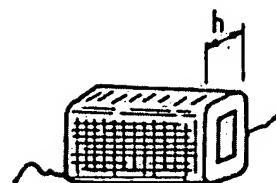


FIG. 11

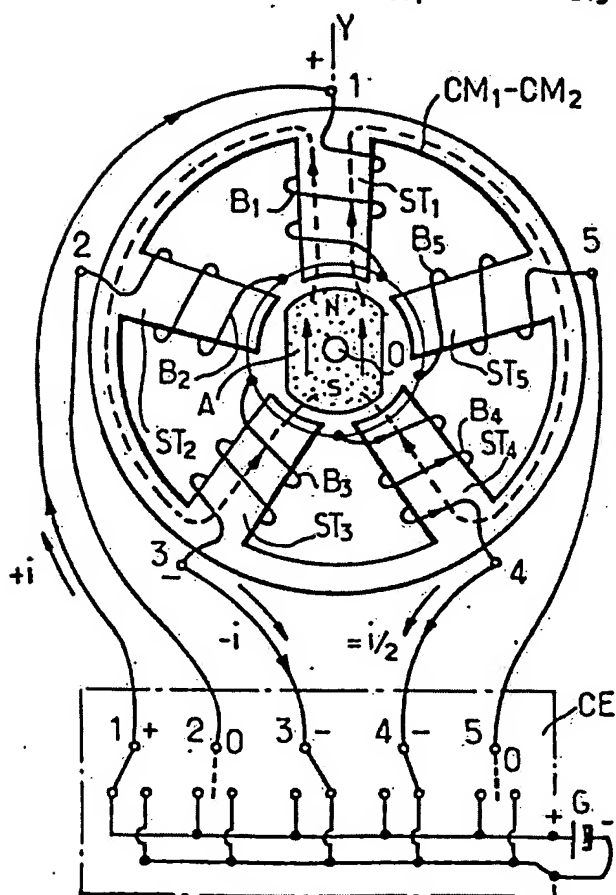


FIG. 12

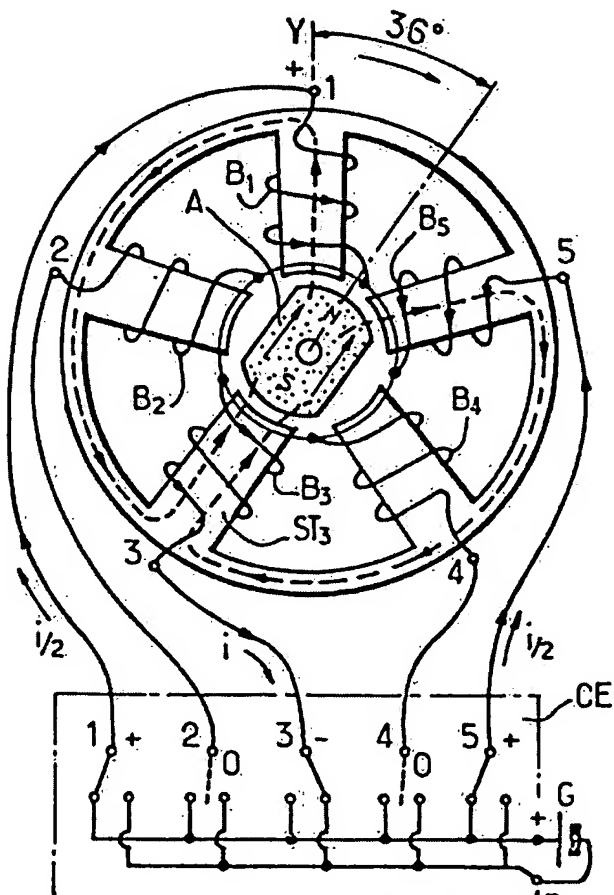
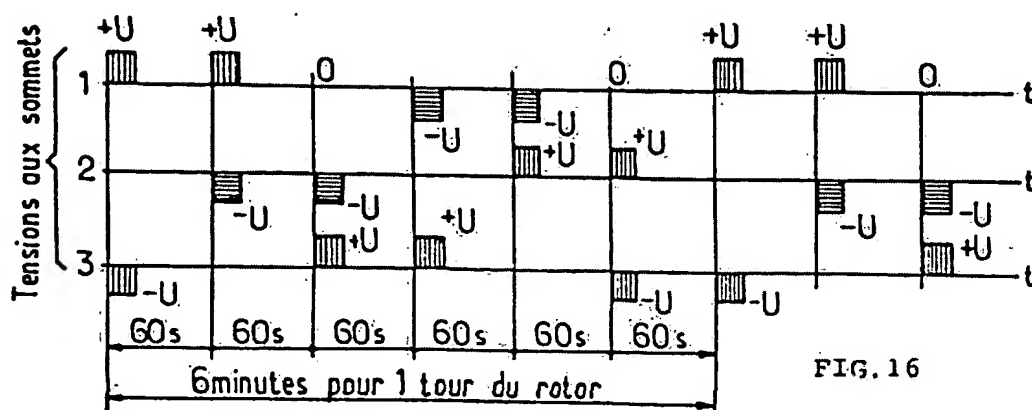
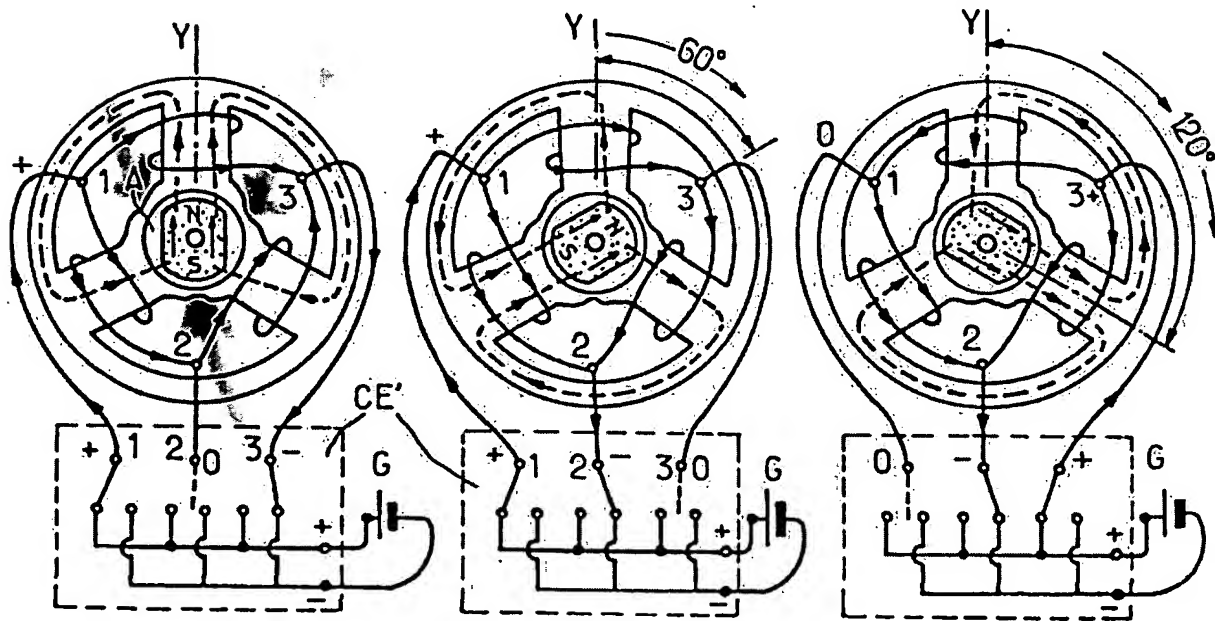
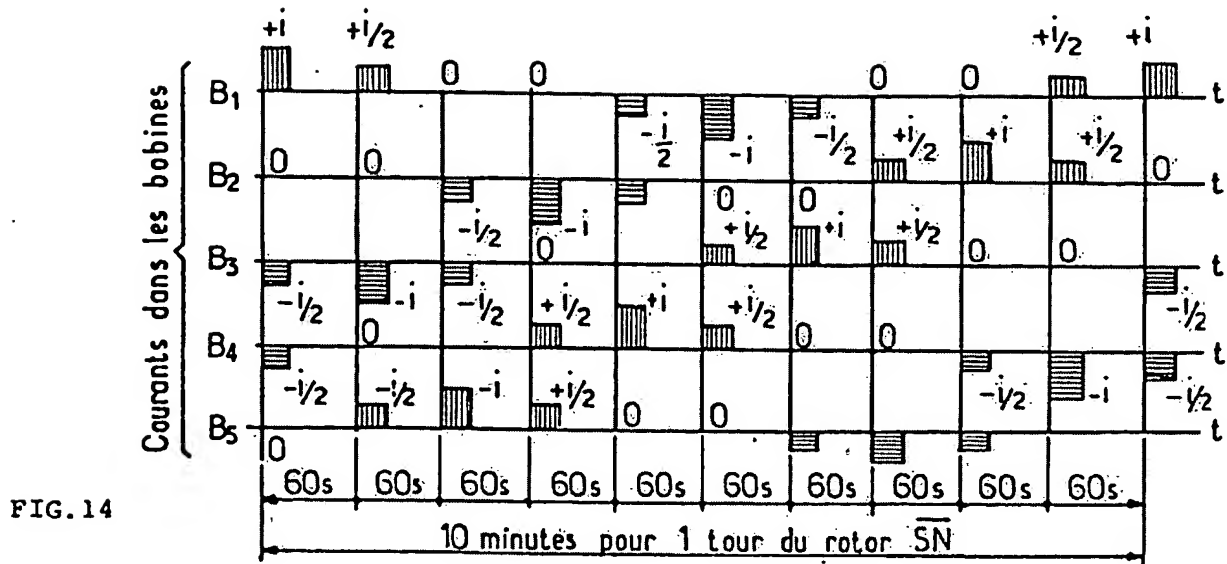
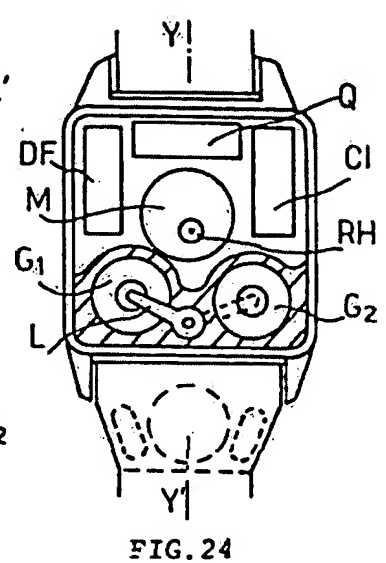
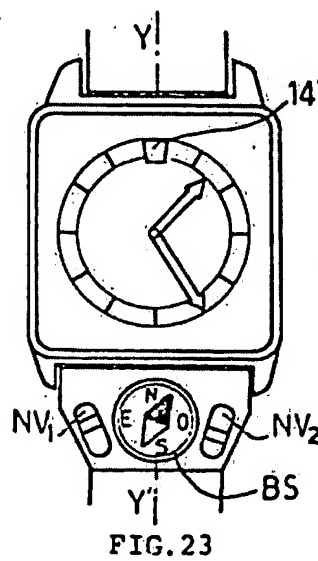
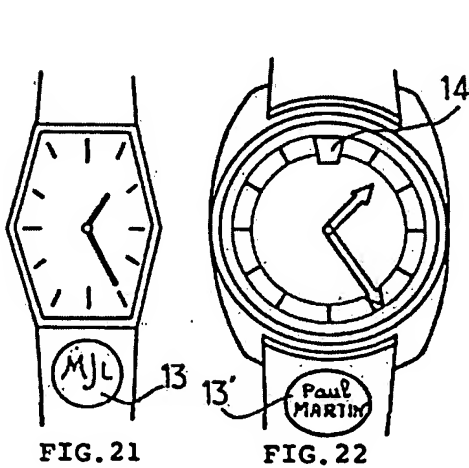
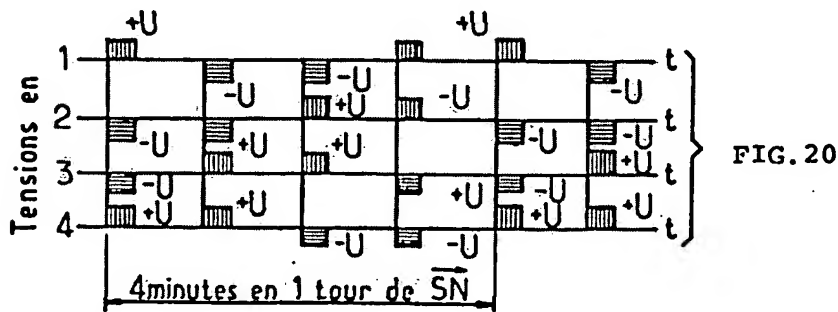
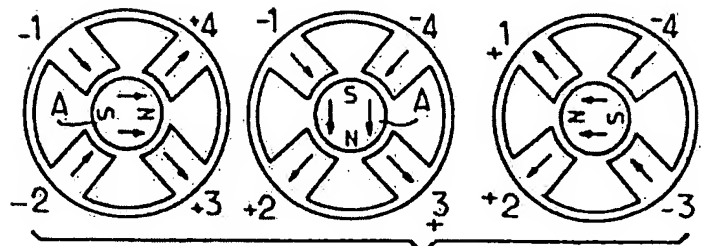
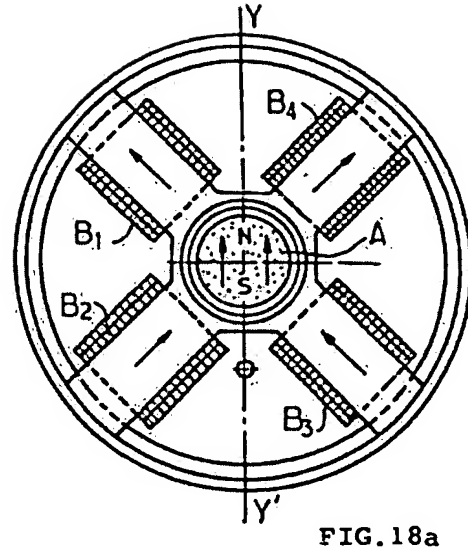
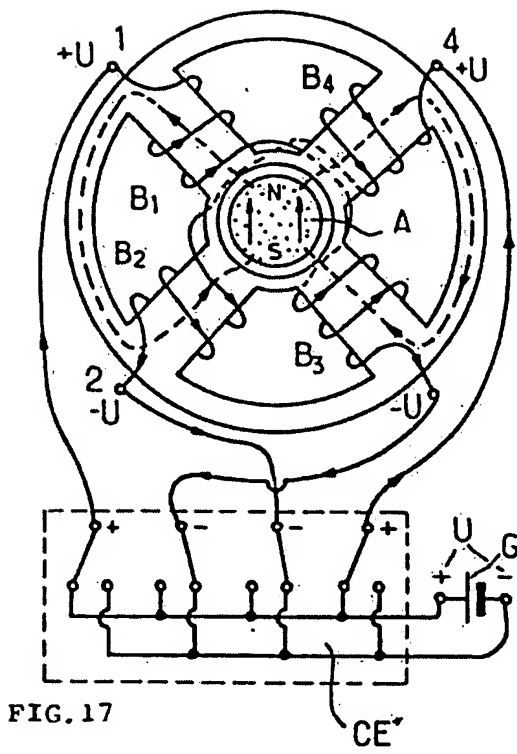


FIG. 13





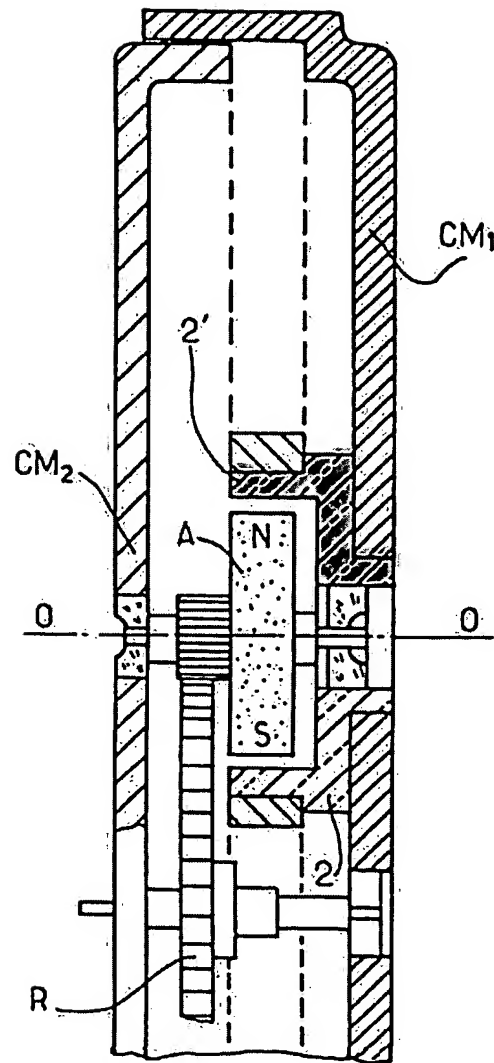


FIG. 18b